

Volúmenes y fracción de eyección evaluados mediante ecocardiografía Speckel-tracking contra tomografía por emisión de fotón único

Left ventricular ejection fraction and volumes assessment by speckel tracking and gated -SPECT imaging

Sheila Hechavarría-Pouymiró^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-9974-98766>

Vicente Logroño-Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0003-8842-3025>

Lázaro Omar Cabrera¹ <https://orcid.org/0000-0001-0195-7911>

Lidia Rodríguez Nande¹ <https://orcid.org/0000-0002-3519-93699>

¹Instituto de Cardiología y Cirugía cardiovascular de la Habana, Cuba.

* Autor para la correspondencia: sheila.hechavarria@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo nos brinda información importante tanto para el diagnóstico y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares, siendo la fracción de eyección el método más usado para este propósito. El objetivo de este trabajo es establecer el grado de concordancia entre la ecocardiografía bidimensional, el speckle tracking y la tomografía por emisión de fotón único para la evaluación de volúmenes ventriculares y fracción de eyección ventricular izquierda.

Métodos: Estudio observacional, descriptivo, transversal, se incluyeron 20 pacientes. Se analizaron variables fracción eyección, volumen telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo, mediante ecocardiografía bidimensional por método de Simpson, speckle tracking y tomografía por emisión de fotón único. Se calcularon los coeficientes de correlación intraclase absoluto (CCIA) y de consistencia (CCIC).

Resultados: Correlación de la fracción de eyección mediante tomografía de emisión de fotón único y Simpson CCIA: 0,572 ($p = 0,003$) y CCIC: 0,728 ($p = 0,003$); y contra speckle tracking CCIA:0,571 ($p = 0,003$) y CCIC: 0,727 ($p = 0,003$); entre Simpson y speckle tracking CCIA:0,807 ($p = 0,0001$) y CCIC: 0,893 ($p = 0,0001$). Correlación de los volúmenes telediastólicos ventriculares izquierdos entre SPECT y Simpson CCIA: 0,634 ($p = 0,001$) y CCIC: 0,776 ($p = 0,001$); ente SPECT y speckle tracking CCIA: 0,686 ($p = 0,0001$) y CCIC: 0,814 ($p = 0,0001$); entre Simpson y speckle tracking CCIA: 0,723 ($p = 0,0001$) y CCIC: 0,839 ($p = 0,0001$). Correlación de los VTS del VI entre SPECT y Simpson CCIA: 0,486 ($p = 0,003$) y CCIC: 0,645 ($p = 0,003$), entre SPECT y speckle tracking CCIA: 0,636 ($p = 0,001$) y CCIC: 0,777 ($p = 0,001$), entre Simpson y speckle tracking CCIA: 0,766 ($p = 0,0001$) y CCIC: 0,867 ($p = 0,0001$).

Conclusiones: La ecocardiografía bidimensional, el speckle tracking bidimensional y la Tomografía de emisión de fotón único tienen una correlación sustancial para la cuantificación de fracción de eyección r y volúmenes ventriculares izquierdos.

Palabras clave: fracción de eyección; Simpson, speckle-tracking; tomografía computarizada de emisión de fotón único.

ABSTRACT

Introduction: Left ventricle systolic function assessment provides relevant information about the diagnosis and cardiovascular diseases pronostic, and it's left ventricular ejection fraction the most extended method for this purpose.

Objective: To establish the degree of concordance between two-dimensional echocardiography, speckle tracking and single photon emission tomography (SPECT) for the evaluation of ventricular volumes and LVEF.

Methods: Observational, descriptive, cross-sectional study, 20 patients were included. LVEF, end-diastolic volume (EDV), and end-systolic volume (ESV) of the left ventricle were analyzed using two-dimensional echocardiography using the Simpson method, speckle tracking, and SPECT. Absolute intraclass correlation coefficients (ICAC) and consistency coefficients (CCIC) were calculated.

Results: LVEF correlation between SPECT and Simpson CCIA: 0.572 (p=0.003) and CCIC: 0.728 (p=0.003); between SPECT and speckle tracking CCIA: 0.571 (p=0.003) and CCIC: 0.727 (p= 0.003); between Simpson and speckle tracking CCIA: 0.807 (p= 0.0001) and CCIC: 0.893 (p=0.0001). Correlation of LV DVT between SPECT and Simpson CCIA: 0.634 (p=0.001) and CCIC: 0.776 (p=0.001); between SPECT and speckle tracking CCIA: 0.686 (p=0.0001) and CCIC: 0.814 (p=0.0001); between Simpson and speckle tracking CCIA: 0.723 (p=0.0001) and CCIC: 0.839 (p=0.0001). Correlation of LV VTS between SPECT and Simpson CCIA: 0.486 (p=0.003) and CCIC: 0.645 (p=0.003), between SPECT and speckle tracking CCIA: 0.636 (p=0.001) and CCIC: 0.777 (p=0.001), between Simpson and speckle tracking CCIA: 0.766 (p=0.0001) and CCIC: 0.867 (p=0.0001).

Conclusion: Two-dimensional echocardiography, speckle tracking and SPECT have a substantial correlation for the quantification of LVEF and LV ventricular volumes.

Keywords: Left ventricular ejection fraction, Simpson, speckle-tracking, Tomography single photon emission computerized.

Recibido: 08/02/2022

Aceptado: 09/06/2022

Introducción

La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo nos brinda información importante tanto para el diagnóstico como para el pronóstico de las enfermedades cardiovasculares, siendo la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) el método más usado para este propósito.⁽¹⁾

La ecocardiografía transtorácica es una herramienta ampliamente disponible y de bajo costo que nos permite el estudio de la función sistólica ventricular.⁽²⁾ El método biplano de discos (regla de Simpson modificada) es el método bidimensional actualmente recomendado por la sociedad americana y europea de ecocardiografía para la evaluación de la FEVI.⁽³⁾

Las pruebas de medicina nuclear como la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) son una herramienta valiosa en cardiología, su modalidad sincronizada con electrocardiografía (gated-SPECT) aportan información funcional mediante la medición de volúmenes ventriculares y de la FEVI.⁽⁴⁾

La evaluación de la deformación miocárdica mediante ecocardiografía speckle-tracking de dos dimensiones (2D), ha surgido como una técnica novedosa para la evaluación objetiva y cuantitativa de la función miocárdica global y regional.^(5,6)

El speckle tracking (método rastreo del moteado o seguimiento de marcas) permite evaluar la deformación miocárdica de forma precisa ángulo-independiente, es capaz de detectar pequeñas diferencias en la textura o moteado de cada segmento miocárdico diferenciando claramente un segmento de otro, una vez identificado el moteado de un segmento miocárdico, se lo puede rastrear (tracking) y medir en múltiples momentos del ciclo cardiaco y calcular su estiramiento o retracción (deformación) a partir de un punto cero que se debe conocer o fijar previamente.⁽⁷⁾

Dada la importancia que aporta la medición de los volúmenes ventriculares y FEVI para definir la conducta terapéutica de la enfermedad cardiovascular, este trabajo tuvo como objetivo correlacionar la ecocardiografía por método de Simpson, la gated-SPECT y la ecocardiografía speckle tracking en la medición de la FEVI, volumen telediastólico del VI (VTDVI) y volumen telesistólico del VI (VTSVI).

Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en el departamento de medicina nuclear y de ecocardiografía del Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, La Habana, en el período enero-abril 2020

La muestra no probabilística estuvo conformada por 20 pacientes con diagnóstico de infarto de miocardio para realización de estudio de gammagrafía de perfusión miocárdica, protocolo de viabilidad miocárdica que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: 1) aceptaron participar en el estudio 2) adecuada ventana acústica ecocardiográfica, 3) ritmo sinusal durante el estudio.

Gated-SPECT

Para el estudio de medicina nuclear se utilizó una gamma cámara doble detector SIEMENS. tomografía por emisión de fotón único gatillado (Gated-SPECT). Se realizó evaluación de viabilidad miocárdica en base a los protocolos del departamento de medicina nuclear del ICCCV. Primero se administró vía sublingual 1 mg de nitroglicerina, 10 minutos después se procede a inyectar vía venosa 20 milicurios del radiofármaco Tc 99m metoxi-isobutilisonitrilo (MIBI). Una hora después de la inyección del radiofármaco se realiza la adquisición de las imágenes mediante la cámara gamma SPECT de doble detector SIEMENS con sincronización electrocardiográfica (SPECT-gatillado), lo que nos permitió evaluar el volumen telediastólico, el volumen telesistólico y la fracción de eyección del VI.

Ecocardiografía speckle tracking en 2 dimensiones (EST-2D)

Se utilizó un equipo de ecocardiografía Philips EPIQ 7C con función Quick SAVE, transductor de 2,5 MHz.

Las mediciones se realizaron acorde con las recomendaciones de la American Society of Echocardiography (ASE).⁽⁸⁾

El paciente se colocó en decúbito lateral izquierdo, con sincronización electrocardiográfica. Los valores de función sistólica se determinaron por métodos volumétricos, Simpson y por deformación speckle-tracking 2DE. Las 3 vistas apicales (4, 3 y 2 cámaras) fueron adquiridas en escala de grises con frame rate altos (entre 50-70 frames/s), promediando 2 ciclos cardíacos, usando el software QLab SQ, aquellos segmentos inadecuadamente evaluados por speckle-tracking 2D fueron excluidos del análisis.

Recolección de la información y análisis estadístico

Se utilizó una planilla de recolección de datos validada por el departamento de ecocardiografía y medicina nuclear en la que se recolectó todos los datos de las variables de estudio.

Los cálculos de normalidad de las variables y diferencias de las medias se realizaron con el método de Kolmogorov- Smirnov y Shapiro Wills. Las variables cuantitativas se describen mediante valores medios y desviación estándar y las cualitativas o categóricas en frecuencias absolutas y relativas.

Para establecer grado de correlación entre las tres técnicas de imagen para la medición de volúmenes ventriculares y fracción de eyección del VI, se calcularon los coeficientes de correlación intraclase (CCI). Se utilizó un modelo mixto conjugando efectos fijos y aleatorios, su resultado puede expresarse como acuerdo absoluto (CCIA), o sea que todos los evaluadores den igual valor o de consistencia (CCIC) en las puntuaciones, o sea que las puntuaciones correspondan a valores en el entorno, aunque no coincidan exactamente. La clasificación es a través de la escala propuesta por Landis y Koch.⁽⁹⁾ Los valores se reflejan en un diagrama de dispersión.

Resultados

Se estudiaron 20 pacientes, 16 del sexo masculino (80 %). La edad media fue 58,7 años. Los principales factores de riesgo determinados en la muestra fueron la HTA y el tabaquismo. Las características demográficas y clínicas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 - Características demográficas y clínicas de los pacientes estudiados

VARIABLES	n=20	%
EDAD		
Media: 58,7 años Desvío estándar: \pm 10,8		
SEXO		
Femenino	4	20
Masculino	16	80
FACTORES DE RIESGO		
Obesidad	5	25

HTA	16	80
Diabetes mellitus	8	40
Dislipidemia	4	20
Tabaquismo	10	50
Antecedente familiar de EAC	2	10
LOCALIZACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DEL IAM		
Anterior	6	30
Inferior	14	70

HTA: hipertensión arterial, EAC: enfermedad arterial coronaria

Los datos ecocardiográficos y de SPECT con respecto a volúmenes y FEVI se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2 - Fracción de eyección y volúmenes ventriculares estimados por ecocardiografía y SPECT

VARIABLE	n=20	
	MEDIA	DS
MÉTODO SIMPSON		
VTD ml	103,8	± 29,9
VTS ml	50,2	± 19,8
FEVI Simpson %	52,7	± 8,7
MODALIDAD STRAIN LONGITUDINAL	MEDIA	DS
VTD ml	113,5	± 27,9
VTS ml	55,3	± 20,6
FEVI STRAIN %	52,3	± 7,8
SPECT	MEDIA	DS
VTD ml	121,4	± 53,5
VTS ml	69,6	± 51,2

FEVI SPECT %	47,5	± 16,9
--------------	------	--------

FEVI: fracción de eyección, VTD: volumen telediastólico, VTS: volumen telesistólico, SPECT: tomografía por emisión de fotón único, DS: desvío estándar

La correlación entre las distintas técnicas ecocardiográficas y SPECT tanto para la cuantificación de la FEVI y volúmenes ventriculares se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 - Correlación entre las técnicas ecocardiográficas y SPECT para la medición de volúmenes ventriculares y fracción de eyección del VI

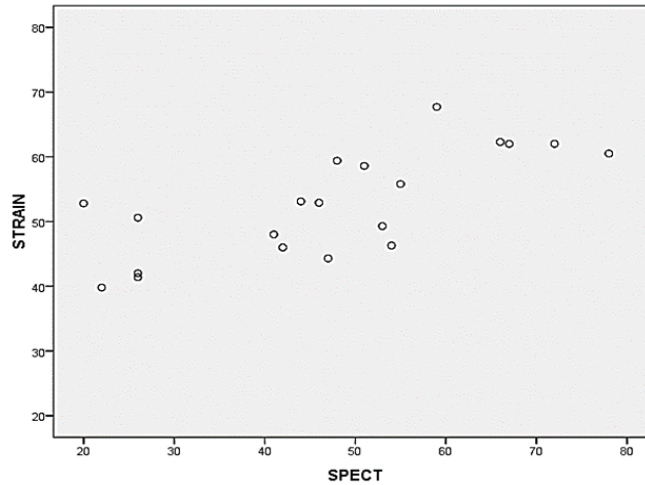
VARIABLE	SPECT		n=20
MÉTODO SIMPSON	CCIA	CCIC	<i>p</i>
VTD	0,634	0,776	0,001
VTS	0,486	0,645	0,003
FEVI Simpson	0,572	0,728	0,003
SPECT			
SPECKLE TRACKING	CCIA	CCIC	<i>p</i>
VTD	0,686	0,814	0,0001
VTS	0,636	0,777	0,001
FEVI STRAIN	0,571	0,727	0,003
MÉTODO SIMPSON			
SPECKLE TRACKING	CCIA	CCIC	<i>p</i>
VTS	0,723	0,839	0,0001
VTS	0,766	0,867	0,0001
FEVI STRAIN	0,807	0,893	0,0001

FEVI: fracción de volumen volumen telesistólico, por emisión de fotón coeficiente de absoluta, CCIC: correlación intraclass Fuente: Base de datos

eyección, VTD: telediastólico, VTS: SPECT: tomografía único, CCIA: correlación intraclass coeficiente de circunstancial.

La correlación de la FEVI entre SPECT y Simpson se obtuvo un CCIA: 0,572 (concordancia moderada, $p = 0,003$) y CCIC: 0,728 (concordancia sustancial, $p = 0,003$); entre SPECT y speckle tracking CCIA: 0,571 (concordancia moderada, $p = 0,003$) y CCIC: 0,727 (concordancia sustancial, $p = 0,003$);

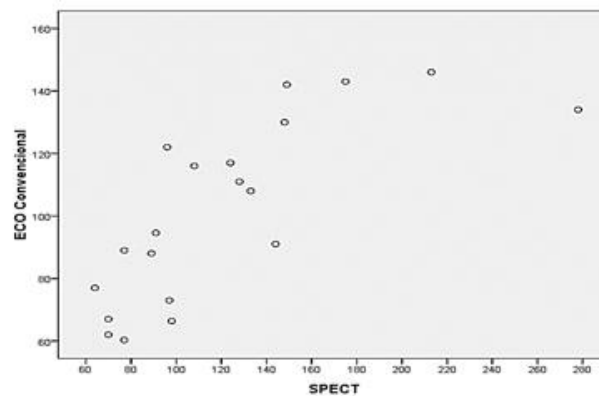
entre Simpson y speckle tracking CCIA:0,807 (concordancia sustancial, $p = 0,0001$) y CCIC: 0,893 (concordancia casi perfecta $p = 0,0001$) (fig. 1).



Fuente: Tabla 3.

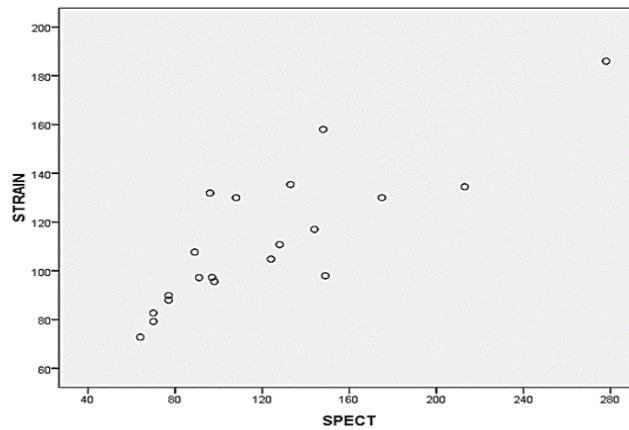
Fig.1 - FEVI según 2DEST y SPECT.

Para los volúmenes telediastólicos la correlación entre la ecocardiografía por método Simpson y SPECT fueron CCIA: 0,634 (concordancia sustancial, $p = 0,001$) y CCIC: 0,776 (concordancia sustancial, $p = 0,001$); (fig. 2). ente 2DE speckle tracking y SPECT se obtuvo un CCIA: 0,686 (concordancia sustancial, $p = 0,001$) y CCIC: 0,814 (concordancia casi perfecta, $p = 0,001$) (fig. 3); y la correlación entre la ecocardiografía por método Simpson y 2DE speckle tracking fueron CCIA: 0,723 (concordancia sustancial, $p = 0,001$) y CCIC: 0,839 (concordancia casi perfecta $p = 0,001$).



Fuente: Tabla 3.

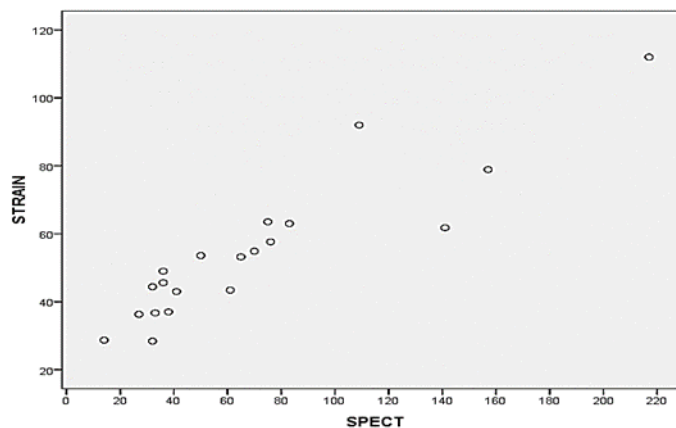
Fig. 2 - VTDVI según ecocardiografía Simpson y SPECT.



Fuente: Tabla 3.

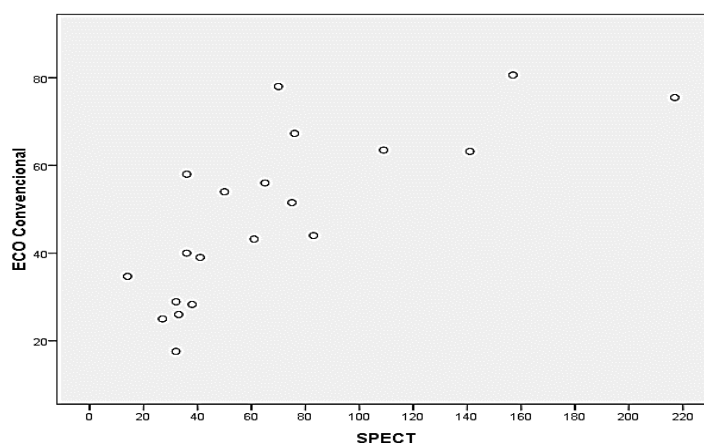
Fig. 3 - VTDVI según 2DE speckle tracking y SPECT.

Para los volúmenes telesistólicos la correlación entre la ecocardiografía por método Simpson y 2DE speckle tracking fueron CCIA: 0,766 (concordancia sustancial, $p = 0,0001$) y CCIC: 0,867 (concordancia casi perfecta, $p = 0,0001$); entre la ecocardiografía por método Simpson y SPECT se obtuvo un CCIA: 0,486 (concordancia moderada, $p = 0,003$) y un CCIC: 0,645 (concordancia sustancial, $p = 0,003$) (fig. 4). La correlación entre 2DE speckle tracking y SPECT fue CCIA: 0,636 (concordancia moderada, $p = 0,0001$) y CCIC: 0,777 (concordancia sustancial, $p = 0,0001$) respectivamente (fig. 5).



Fuente: Tabla 3.

Fig. 4 - VTSVI según ecocardiografía Simpson y SPECT.



Fuente: Tabla 3.

Fig. 5 -. VTSVI según ecocardiografía STRAIN y SPECT.

Discusión

La gated-SPECT es una técnica con alta resolución espacial y buena reproducibilidad que nos permite evaluar la perfusión miocárdica, contractilidad, sincronismo, volúmenes ventriculares y FEVI. No obstante, sus principales limitaciones son: su poca disponibilidad en los centros hospitalarios, su elevado costo, la radiación y la dificultad de poder realizarla en pacientes con alteraciones del ritmo cardiaco que no permitan una correcta sincronización electrocardiográfica, esto hace que la ecocardiografía, una técnica de imagen ampliamente disponible y más económica, sea interesante y aplicable en estos escenarios y con las nuevas modalidades de 2DE speckle tracking, una herramienta valiosa para el estudio de los volúmenes ventriculares y función del VI.

La FEVI es esencialmente un índice volumétrico. Representa la proporción del volumen diastólico que se expulsa con cada contracción y es un parámetro primordial de la función sistólica del VI. Existe, de forma general, una correlación aceptable entre los diferentes métodos no invasivos para la evaluación de la FEVI, sin embargo diversos estudios han mostrado que los volúmenes obtenidos mediante estos métodos (SPECT, TTE) tienden a ser

inferiores cuando se compararan con los de la resonancia magnética cardiaca (método de elección) y tienen una variabilidad significativa.

El presente estudio analizó la correlación de las diferentes técnicas de imagen (ecocardiografía bidimensional Simpson, 2DE speckle tracking y SPECT) para la cuantificación de la FEVI y volúmenes ventriculares.

La correlación entre gated-SPECT y método Simpson para la medición de FEVI, y volúmenes telediastólico y telesistólico resultó moderada/sustancial (CCIA = 0,57 y CCIC = 0,728; p 0,003), sustancial (CCIA = 0,634 y CCIC = 0,776; p 0,001) y moderada/sustancial (CCIA = 0,486 y CCIC = 0,645; p 0,003) respectivamente.

Otros trabajos publicados como el de *Shojaeifard* y otros.⁽¹⁰⁾ que obtuvo buena correlación entre ambas técnicas ($r = 0,67$, $r = 0,78$, y $r = 0,80$ respectivamente; $p < 0,001$).

De igual forma *Gandul* y otros,⁽¹¹⁾ *Hernández* y otros⁽¹²⁾ y *Vourvouri* y otros⁽¹³⁾ encontraron correlación significativa entre estas dos técnicas ($r = 0,6390$; p 0,001), ($r = 0,75$; p 0,001) y ($r = 0,83$; p 0,01) respectivamente.

La correlación entre ecocardiografía Simpson y speckle tracking bidimensional para la medición de FEVI, volúmenes telediastólico y telesistólico fueron sustancial/casi perfecta (CCIA = 0,807 y CCIC = 0,893; p 0,0001), (CCIA = 0,723 y CCIC = 0,839; p 0,0001) y (CCIA = 0,766 y CCIC = 0,867; p 0,0001) respectivamente.

Al igual que otro trabajo realizado por *López* y otros,⁽¹⁴⁾ que obtuvo buena correlación entre speckle tracking y método Simpson para la medición de la FEVI, volumen telediastólico y volumen telesistólico ($r = 0,78$, $r = 0,75$ y $r = 0,86$ respectivamente; p 0,01).

Beitner y otros⁽¹⁵⁾ reportaron una buena concordancia cuando se comparó CRM y SPECT para VTSVI (ICC = 0,73) y moderada para VTDVI (ICC = 0,43), aunque se reporta SPECT y la 2DE infraestiman los volúmenes VI. Con respecto a la cuantificación de la FEVI el análisis de regresión lineal en este trabajo mostró una concordancia muy fuerte entre CRM y SPECT ($\beta = 0,90$, $p < 0,001$).

La concordancia entre gated-SPECT y 2DE speckle tracking para la medición de FEVI, volúmenes telediastólico y telesistólico fue moderada/sustancial (CCIA = 0,571 y CCIC = 0,727; p 0,003), sustancial/casi perfecta (CCIA = 0,683 y CCIC = 0,814; p 0,0001) y sustancial (CCIA = 0,636 y CCIC = 0,777; p 0,001) respectivamente. En la literatura

consultada no encontramos referencias acerca de la correlación entre ambas técnicas, nuestro trabajo es el primero en realizar esta comparación y obtuvimos una concordancia sustancial entre ambas técnicas. Este resultado apoya la utilización de 2DE speckel tracking para la estimación de la FEVI y volúmenes, y sería interesante su empleo con el valor incremental del estudio de deformación miocárdica en las múltiples patologías cardiovasculares.

Conclusiones

La cuantificación de la fracción de eyección y los volúmenes ventriculares izquierdos mediante técnicas ecocardiográficas por método Simpson y speckle tracking-2D mostró una correlación sustancial cuando se utilizó gated-SPECT como método de referencia.

Referencias bibliográficas

1. Cosyns B, Edvardsen T, Hristova K, Kim H. Left ventricle: systolic Function. En: Lancellotti P, Zamorano JL, Habib G, Badano L, editores. The EACVI textbook of echocardiography. Second edition. United Kingdom: Oxford; 2017. p 131-46.
2. Almeida AG, Carpenter JP, Cameli M, Donal E, Dweck MR, Flachskampf FA, *et al.* Multimodality imaging of myocardial viability: an expert consensus document from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2021[acceso 22/08/2020];22(8):e97-e125. Disponible en: <https://academic.oup.com/ehjcardio/article/22/8/e94/6294432?login=true>
3. Lang R, Badano LP, Mor-Avi V, Afilado J, Armstrong A, Ernande L, *et al.* Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades Cardíacas por Ecocardiografía en Adultos: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am Soc Echocardiogr*.2015[acceso 2/08/2020];28:1-39. Disponible en: <https://ecocardio.com/documentos/guias-ase/en-español/481-cuantificacion-de-las-cavidades-cardiacas-por-ecocardiografia-en-adultos.html>

4. Marín VA, Ruiz F, Simón JL, Ortiz A, Guisado A, Cabello A, Vásquez A. Fracción de eyección por gated-SPECT y ecocardiografía en pacientes con signos de necrosis en el estudio de perfusión. *Alasbimn Journal*. 2013. ISSN:0717-4055. Disponible en: <http://www.alasbimnjournal.net/contenidos/fraccion-de-eyeccion-por-gated-spect-y-ecocardiografia-en-pacientes-con-signos-de-necrosis-en-el-estudio-de-perfusión-121>
5. Piñeiro D, Cuenca G. Viabilidad miocárdica por ecocardiografía. *Rev Colomb Cardiol* 2019;26(S1):19-30. Disponible en: https://rccardiologia.com/previos/RCC%202019%20Vol.%2026/RCC_2019_26_S1/RCC_2019_26_S1_019-030.pdf
6. Migrino RQ, Zhu X, Pajewski N, Brahmbhatt T, Hoffmann R, Zhao M. Assessment of Segmental Myocardial Viability Using Regional 2-Dimensional Strain Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*.2007;20(4):342-51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17400112/>
7. Olaya P, Sánchez J, Osio LF. Strain y strain rate para dummies. *Rev Colomb Cardiol*. 2011;18(6):340-4. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v18n6/v18n6a6.pdf>
8. Lang R, Badano LP, Mor-Avi V, Afilado J, Armstrong, Ernande L, *et al*. Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades Cardíacas por Ecocardiografía en Adultos: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015 [acceso 27/08/2020];28:1-39. Disponible en: <https://ecocardio.com/documentos/guias-ase/en-español/481-cuantificacion-de-las-cavidades-cardiacas-por-ecocardiografia-en-adultos.html>
9. Kramer MS, Feinstein AR. Clinical biostatistics: LIV. The biostatistics of concordance. *Clin Pharmacol Ther*.1981 [acceso 24/02/2020];29(1):111-23.Disponible en: <https://ascpt.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1038/clpt.1981.18?sid.nlm%3Apubmed>
10. Shojaeifard M, Ghaedian T, Yaghoobi N, Malek H, Firoozabadi H, Bitarafan-Rajabi A, *et al*. Comparison of Gated SPECT Myocardial Perfusion Imaging with Echocardiography for the Measurement of Left Ventricular Volumes and Ejection Fraction in Patients With Severe Heart Failure. *Res Cardiovasc Med*. 2016 [acceso 21/07/2020];5(1):1-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4750009/>

11. Gandul L, Conesa C. UNITAT TEKNON – Cetir Grup Mèdic. Estudio comparativo entre los valores de fracción de eyección obtenidos mediante ecocardiografía 2D y GATEDSPECT. *Rev Enferm Cardiol*. 2003 [acceso 20/07/2020];30:23-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2331463>
12. Hernández T, Puente A, Mendoza L, Jiménez L, Aceves JL. Función ventricular izquierda en pacientes con cardiopatía isquémica: fracción de expulsión del ventrículo izquierdo determinada por Gated-Spect. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*. 2008 [acceso 27/08/2020];13(2):50-4. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/473/47311448003.pdf>
13. Vourvouri EC, Poldermans D, Bax JJ, Sianos G, Sozzi FB, Schinkel AF, *et al*. Evaluation of left ventricular function and volumes in patients with ischaemic cardiomyopathy: gated single-photon emission computed tomography versus two-dimensional echocardiography. *Eur J Nucl Med*. 2001 [acceso 27/08/2020];28(11):1610–5. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs002590100624>
14. López-Aguilera J, Mesa-Rubio D, Ruiz-Ortiz M, Delgado-Ortega M, Villanueva-Fernández E, Laura Cejudo-Díaz L, *et al*. Valoración cuantitativa de la fracción de eyección y volúmenes de ventrículo izquierdo mediante ecocardiografía tridimensional y speckle tracking y su correlación con la ecocardiografía bidimensional. *CARDIOCORE*. 2012 [acceso 28/07/2020];47(3):19–23. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2770/277023564015.pdf>
15. Beitner N, Jenner J, Sorensson P. Comparison of left ventricular volumes measured by 3DE, SPECT and CMR. *J Cardiovasc Imaging*. 2019; 27:200–11. DOI: <https://doi.org/10.4250/jcvi.2019.27.e26>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Sheila Hechavarría-Pouymiró.

Curación de datos: Vicente Logroño-Gómez, Sheila Hechavarría Pouymiró, Lázaro Omar Cabrera.

Análisis formal: Vicente Logroño-Gómez, Sheila Hechavarría Pouymiró, Lidia Rodríguez-Nande.

Investigación: Vicente Logroño-Gómez, Sheila Hechavarría Pouymiró.

Redacción-borrador original: Vicente Logroño Gómez.

Redacción-revisión y edición: Sheila Hechavarría Pouymiró.